PAMIĘĆ EMS DLA KOMPUTERA PC/XT (część II)

W pierwszej części artykułu („MT" 3/92) opisana została konstrukcja sprzętowa karty pamięci rozszerzonej EMS, ta część poświęcona będzie programowi obsługi tej karty.

Obsługę układu pamięci EMS zapewnia specjalny program obsługi (ang. *driver*), który został nazwany XEMM.SYS. Niniejszy artykuł nie zawiera jego pełnego listingu. Uznano, że publikowanie długiego (ponad 900 linii) listingu w języku asemblera nie znajdzie wielu zainteresowanych; w dodatku specyficzny format programu obsługi (różniący się znacznie od formatów programów wykonywalnych) wymaga dodatkowej wiedzy. Zamiast tego zamieszczony został program w języku BASIC, który, po wykonaniu, generuje plik programu obsługi pamięci EMS. Do tego celu można użyć interpretera GWBASIC, który jest dostarczany jako część systemu MS-DOS.

Uwaga: program XEMM.SYS jest programem PUBLIC DOMAIN, tzn. użytkownik może go rozpowszechniać bez ograniczeń, ale jedynie NIEODPŁATNIE. Jednocześnie autor programu oświadcza, że (pomimo że program ten nie jest ani koniem trojańskim, ani tym bardziej wirusem) nie bierze odpowiedzialności za żadne szkody, które mogą być spowodowane jego użyciem.

Albowiem jedno z praw Murphy'ego mówi: *w każdym programie jest jeszcze jeden błąd.*

Program XEMM.SYS instaluje się podobnie jak każdy program tego typu, tzn. poprzez wywołanie w pliku CONFIG.SYS. Format linii wywołującej jest następujący:

device = *<napęd:> <ścieżka_dostępu>* xemm.sys */bs /pr*

gdzie:

- *napęd* oraz *ścieżka* (parametry opcjonalne) specyfikują nam dysk oraz miejsce na nim gdzie znajduje się program xemm.sys,
- *bs* jest czterocyfrową liczbą heksadecymalną będącą adresem początku ramki pamięci EMS,
- *pr* jest trzycyfrową liczbą heksadecymalną będącą adresem portu sterującego strony fizycznej o numerze 0.

Przykładowo, dla opisywanej w artykule karty i programu XEMM.SYS umieszczonego na dysku C: w katalogu DRIVERS wywołanie będzie miało postać:

device = c:\drivers\xemm.sys /e000 /310

Podczas konfiguracji systemu program dokona testu obecności pamięci EMS, zaraportuje jej wielkość i zainstaluje obsługę przerwania int 67h, które służy do zarządzania pamięcią EMS. Zainstalowany program obsługi stał się co prawda urządzeniem zewnętrznym o nazwie EMMXXXX0, ale bezpośrednie odwoływanie się do niego nie ma większego sensu.

Żądaną funkcję obsługi EMS wywołuje się poprzez przerwanie EMS, czyli int 67h, podając numer funkcji w rejestrze ah (oraz, oczywiście, inne parametry danej funkcji w odpowiednich rejestrach). Raport wywołania funkcji otrzymuje się w rejestrze ah – wartość zerowa oznacza bezbłędne zakończenie wykonywania procedury obsługi funkcji, wartość niezerowa jest kodem błędu obsługi. Raport wykonania funkcji jest parametrem zwracanym przez każdą z funkcji; poza tym niektóre z funkcji zwracają dodatkowe parametry w poszczególnych rejestrach.

Poniżej zamieszczony jest dokładny opis wszystkich funkcji przerwania int_67h.

► **Pobierz status EMS (40h).**

Parametry wejściowe: ah – 40h.

Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

► **Pobierz adres początku ramki EMS (41h).**

Parametry wejściowe: ah – 41h.

Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, bx – adres segmentu ramki.

► **Pobierz dane o rozmiarze pamięci (42h).**

Funkcja zwraca informacje i ilości pamięci EMS zainstalowanej w systemie oraz o ilości pamięci aktualnie dostępnej dla użytkownika.

```
10 OPEN "o", #1, "XEMM.SYS"
20 SUM = 0
30 FOR J = 1 TO 74
100 READ A$: LENGTH = LEN (A$) / 2: PRINT "Przetwarzam wiersz "; J; "..."
110 FOR I=1 TO LENGTH
120 BYTE = VAL ("&h" + MID$ (A$, 2 * I - 1, 2)): SUM = SUM + BYTE
130 PRINT #1, CHR$ (BYTE);
200 NEXT I
210 NEXT J
300 CLOSE #1
310 IF SUM <> 200776! THEN PRINT "Niedobrze...": STOP
1000 DATA "FFFFFFFF00804D005800454D4D5858585830000000000000000000000000000000"
1001 DATA "00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1002 DATA "0000000000000000000000000002E8C0614002E891E1200CBFC1E065053515257"
1003 DATA "56E8590026C747030000268A47023C0B772ED0C08D3E7E0032E403F8FF254605"
1004 DATA "960096009600AE00AE00AE00AE00AE00AE00AE00AE002E803E160001750AEB0E"
1005 DATA "26814F030380EB0626814F03018026814F0300015E5F5A595B58071FCB2E8E06"
1006 DATA "14002E8B1E1200C332E4FEC48B0E1B008D364604AC3AC4E0FB7502EBED86E032"
1007 DATA "E4C38D3646048B5E02291E1D00803C00750688044B7501C346EBF232E48D3646"
1008 DATA "048B0E1B0038047505C60400FEC446E2F486E032E401061D00C3B908008D3625"
1009 DATA "003A04740783C605E2F7F9C38D1E25002BF38BDEF8C38D3646048B0E1B0033DB"
1010 DATA "380475014346E2F8C38B4606B3830BC074073DFF007702F8C3F9C31E06555756"
1011 DATA "525153508BECFC0E1F80FC40722480FC50731F5086E032E42D4000D1E08D1E99"
1012 DATA "0103D858FF275832E45B595A5E5F5D071FCFB384588AE3EBF08601B901C101CF"
1013 DATA "01040268027B028702C702920192010903 1F032A034F039201A11700894602EB"
1014 DATA "C5A11B00894606A11D00894602EBB7837E0200B38974BDA11B003B4602B38772"
1015 DATA "B3A11D003B4602B38872A9B0FF2A061F00B385749FE8D0FEFE061F00894606E8"
1016 DATA "E0FEEB82E842FF728B8B5E020AFF7405B383EB70908D3646048B0E1B00380475"
1017 DATA "0E3AE375088B3E1B002BF9EB19FEC446E2EB0AE4B383744C86C432E4483B4602"
1018 DATA "7304B38AEB3E8B46003C037604B38BEB3332E48BD08BC78BDA03161900EE8D36"
1019 DATA "2000884001E91EFFE8DEFE7217E88BFE0BC07410FE0E1F00E90BFFB832008946"
1020 DATA "00E902FFE90DFFE8BFFE72F8E8A7FE0BDB7504B383EBEDE880FE7204B38DEBE4"
1021 DATA "8AE032C0E873FE7304B38CEBD7882620008CD88EC08D3620008D3E250003FBB9"
1022 DATA "0500F3A4E9BFFEE87FFE72B8E867FE0BDB7504B383EBADE840FE7304B38EEBA4"
1023 DATA "8CD88EC08D3E20008D36250003F3C60400B90500F3A48D362100B904008B1619"
1024 DATA "00ACEE42E2FBE97DFEE83DFE725FE825FE0BDB7504B383EB54895E02E967FEA0"
1025 DATA "1F0032E4894602E95CFE8B460E8EC08B7E0AB001E8FFFD0BDB740C32E4268905"
1026 DATA "474726891D4747403DFF0076E7EBD08B4600B38F0AC074183C017503EB18903C"
1027 DATA "027503EB17903C037503EB1990E924FEE85300E910FEE81400E90AFEE84700E8"
1028 DATA "0B00E901FEC746001C00E9F9FD8B46108ED88B7608B90400E80A0083C607E2F8"
1029 DATA "8CC88ED8C38B54048A4406EE32E48BD88B44028D3E210003F82E881D8B048D3E"
1030 DATA "46042E8801C38E460E8B7E0A32FF32E48D3646048A1E21008A002689058A1E22"
1031 DATA "008A00268945078A1E23008A00268945 0E8A1E24008A00268945 1526C7450200"
```

Parametry wejściowe: ah – 42h.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, dx – liczba stron pamięci (po 16KB każda) zainstalowanych w systemie, bx – liczba stron pamięci dostępnych dla użytkownika.

► **Zarezerwuj obszar pamięci (43h).**

Funkcja rezerwuje żądany obszar pamięci EMS przypisując mu unikalny identyfikator (będący liczbą), poprzez który użytkownik odwołuje się do niego.
Parametry wejściowe: ah – 43h, bx – żądana liczba stron pamięci, którą program ma zarezerwować.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, dx – unikalny identyfikator zaalokowanego obszaru.

► **Wpisz stronę w okno (44h).**

Funkcja przypisuje stronę logiczną z danego zbioru stron w jednej z czterech stron fizycznych.
Parametry wejściowe: ah – 44h, al – numer strony fizycznej (0 – 3), bx – numer strony logicznej (0 – n–1), gdzie n jest liczbą stron zawartych w danym obszarze, dx – identyfikator identyfikujący dany obszar.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

► **Zwolnij obszar pamięci (45h).**

Funkcja zwalnia zarezerwowany przy użyciu funkcji 43h obszar pamięci.
Parametry wejściowe: ah – 45h, dx – identyfikator identyfikujący dany obszar.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

► **Pobierz informację o wersji standardu EMS (46h).**

Funkcja dostarcza informacji o wersji standardu pamięci EMS (w naszym przypadku jest to wersja 3.2).
Parametry wejściowe: ah – 46h.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, al – numer standardu pamięci EMS w postaci liczby w kodzie BCD (w naszym przypadku al = 0302h).

► **Przechowaj aktualną mapę ramki (47h).**

Funkcja zapamiętuje aktualne przyporządkowanie stron logicznych pamięci stronom fizycznym (czyli mapę ramki). Przyporządkowanie odbywa się na użytek danego procesu i jest identyfikowane przez identyfikator zarezerwowanego obszaru (który musi istnieć!). W ten sposób proces może dokonać własnego przyporządkowania (na własny użytek). Zapamiętana uprzednio mapa ramki może być odtworzona przy użyciu funkcji 48h. Ze względów oczywistych zapamiętanie mapy ramki może się odbyć tylko raz w ramach danego procesu (identyfikowanego z zarezerwowanym obszarem pamięci), jednak na raz może być zapamiętane więcej ramek – każdy przez inny proces (w naszym przypadku do pięciu).
Do dobrej praktyki programistycznej należy zapamiętanie aktualnej mapy ramki przy rozpoczęciu korzystania z pamięci EMS i przywrócenie jej przy zakończeniu pracy, tak aby „zostawić po sobie to, co się zastało na początku". Postępowanie takie jest wręcz niezbędne, jeżeli z pamięci EMS korzysta obsługa przerwania, działająca „w tle"; zmiana przyporządkowania stron logicznych stronom fizycznym może spowodować nieobliczalne skutki, gdyż z poziomu programu głównego zostanie to odebrane jako nagła, niespodziewana i przypadkowa zmiana mapy.
Parametry wejściowe: ah – 47h, dx – identyfikator zarezerwowanego obszaru pamięci (symbolizujący proces), na użytek którego mapa zostaje zapamiętana.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

► **Odtwórz mapę ramki (48h).**

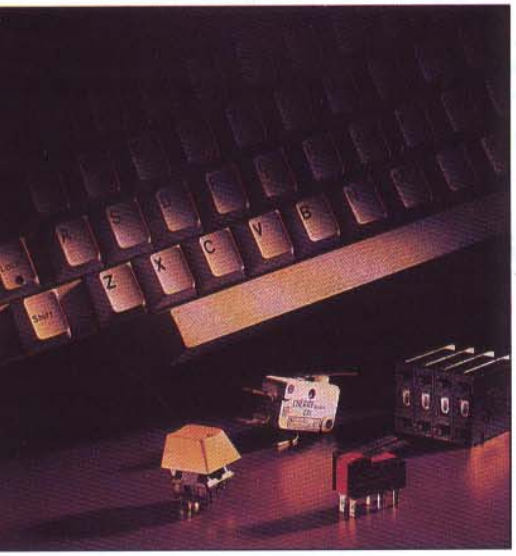
Funkcja przywraca przyporządkowanie stron fizycznych stronom logicznym (mapę ramki) zapamiętaną uprzednio przy użyciu funkcji 47h. Jako identyfikator mapy służy identyfikator zarezerwowanego obszaru pamięci, symbolizujący proces, na użytek którego została zapamiętana mapa.
Parametry wejściowe: ah – 48h, dx – identyfikator zarezerwowanego obszaru pamięci (symbolizujący proces), na użytek którego mapa została zapamiętana.
Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

► **Funkcje 49h i 4ah nie są zaimplementowane w standardzie 3.2.**

► **Pobierz informację o liczbie stron w zarezerwowanym obszarze pamięci (4Bh).**

Funkcja zwraca informację o liczbie stron zarezerwowanych w ramach obszaru pamięci o danym identyfikatorze.
Parametry wejściowe: ah – 4bh, dx – identyfikator zarezerwowanego obszaru pamięci.

```
1032 DATA "0026C74509010026C745100200026C745170300A11900268945044026889450B40"
1033 DATA "26894512402689451 9A021002688450 6A022002688450DA023002688514A024"
1034 DATA "002688451BC300000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1035 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1036 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1037 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1038 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1039 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1040 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1041 DATA "000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
1042 DATA "0000000000008CC88ED8B4098D162F07CD21E8AC007303E991008CC88ED8E87A"
1043 DATA "010BC0750B8D16E208B409CD21EB7C90A31B00A31D008D16BF07B409CD21BB10"
1044 DATA "00A11B00F7E3E88201B409CD218D160509B409CD21A11B00E87001B409CD218D"
1045 DATA "160B09B409CD218B16190032C0EE42EE42EE42EE33C08EC0BE9C0126C7045B01"
1046 DATA "268C4C028D161B09B409CD21C606160001E8E9FAA11B00054604268947 0E268C"
1047 DATA "4F102EC606160001E9C3FAE8CFFA26C7470E0000268C4F102EC606160000E9AD"
1048 DATA "FA268E5F14268B7712E8C5002EC70617000000B90400ACE88E00730A3C207403"
1049 DATA "EB6490EB6790E89E0032E42ED12617002ED12617002ED12617002ED12617002E"
1050 DATA "01061700E2D0E888002EC70619000000B90300ACE85100730B3C2074353C0D74"
1051 DATA "31EB2390E8600032E42ED12619002ED12619002ED12619002ED12619002E0106"
1052 DATA "1900E2CFF8C38D166808EB0A8D169408EB048D16BB088CC88ED8B409CD218D16"
1053 DATA "C107B409CD21F9C35024DF3C4677083C4172044444F8C358EB01903C3977063C"
1054 DATA "307202F8C3F9C33C4172032C37C32C30C3AC3C2F74043C0D75F7C38B161900A1"
1055 DATA "17008EC08ED833C0EE5032C033FFB90040F3AA33F6B90040AC3C00E1FB587506"
1056 DATA "403D000172E28CC98ED9C3BB0A00B9050033D2F7F383C2308D3E360903F98815"
1057 DATA "E2EF8D363709AC3C30E1FB4E8BD6C30D0AD5CDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCD"
1058 DATA "CDCDCDCDCDCDCDCDCDCDB80D0AB32020454D532020447269766572202076 2E20"
1059 DATA "312E30382020B30D0AB3202028454D532020737461 6E6461726420203 32E3229"
1060 DATA "2020B30D0AB3202020284329202020442E412E502E2020313939312020 20B30D"
1061 DATA "0AD4CDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDCDBE0D0A072420"
1062 DATA "240D0A20466F726D617420696E20434F4E4649472E535953206696C653A0D0A"
1063 DATA "20646576696365203D203C6472697665 3E3C706174683E78656D6D2E73797320"
1064 DATA "202F4253202F50520D0A2042532020 2D207365676D656E7420616464726573 73"
1065 DATA "206F6620656D732077696E646F772028342068657820646967697473290D0A20"
1066 DATA "50522020 2D207061765207265676973746572202833206865782064696 76974"
1067 DATA "73290D0A070D0A24204572726F723A20696E76616C696420766 16C7565732069"
1068 DATA "6E2070617261 6D6574657273206C696E650D0A24204572726F723A204253206D"
1069 DATA "7573742062652034206469676974206865782076616C75650D0A24204572726F"
1070 DATA "723A205052206D7573742062652033206469676974206865782076616C75650D"
1071 DATA "0A24204572726F723A206E6F20657870616E646564206D656D6F727920666F75"
1072 DATA "6E640D0A24204B42202824207061765732920666F756E640D0A24202D20454D"
1073 DATA "532064726976657220696E7374616C6C6564202D0D0A2430303030303024"
2000 END
```



Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, bx – liczba stron zarezerwowanych w ramach specyfikowanego obszaru.

► **Pobierz informację o liczbie zarezerwowanych obszarów pamięci (4ch).**

Funkcja zwraca informację o liczbie aktualnie zarezerwowanych obszarów pamięci, czyli o liczbie aktualnie istniejących aktywnych identyfikatorów.

Parametry wejściowe: ah – 4ch.

Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, bx – liczba zarezerwowanych obszarów pamięci.

► **Pobierz zbiorczą informację o zarezerwowanych obszarach pamięci (4dh).**

Funkcja zwraca tablicę zawierającą liczby stron pamięci EMS w poszczególnych zarezerwowanych obszarach. Postać tablicy jest następująca: zawarte są w niej umieszczone po kolei dwusłowowe (czterobajtowe) elementy. Pierwsze słowo w danym elemencie zawiera identyfikator zarezerwowanego obszaru, drugie – liczbę stron, którą ten obszar zajmuje.

Parametry wejściowe: ah – 4dh, es:di – segment i przesunięcie początku obszaru, w którym będą umieszczane elementy tablicy.

Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS.

Uwaga: Funkcja 4dh nie ma żadnych ograniczeń na obszar pamięci, do którego wpisywana jest tablica wynikowa, i zabezpieczenie odpowiedniej ilości wolnego miejsca należy do wywołującego funkcję. Liczbę bajtów niezbędną do zapamiętania tablicy można wyliczyć wywołując funkcję 4ch, a następnie mnożąc jej wynik przez 4 (każdy element ma 4 bajty długości).

► **Pobierz/odtwórz rozszerzoną mapę ramki (4eh).**

Funkcja ta została zaprojektowana na potrzeby systemów wielozadaniowych. Aby umożliwić lepsze panowanie nad strukturą EMS w tworzonej mapie zapamiętywane są także informacje o sferze sprzętowej systemu sterującego EMS. Realizuje ona cztery podfunkcje.

Parametry wejściowe: ah – 4eh, al – kod podfunkcji: 0: pobierz rozszerzoną mapę ramki i umieść ją w pamięci pod adresem es:di, 1: przywróć stan pamięci EMS zgodny z mapą umieszczoną w pamięci pod adresem ds:si, 2: wykonaj najpierw podfunkcję 0, a następnie podfunkcję 1 funkcji 4eh, 3: pobierz informację o ilości bajtów niezbędnych do przechowania mapy ramki.

Parametry wejściowe: ah – 4eh, es:di – segment i przesunięcie mapy ramki (podf. 0 i 2), ds:si – segment i przesunięcie mapy ramki (podf. 1 i 2).

Parametry wyjściowe: ah – status programu zarządzającego EMS, al – ilość bajtów niezbędnych do przechowania mapy ramki (podf. 3).

Status programu zarządzającego pamięcią EMS jest bajtem zawierającym raport wykonania wołanej funkcji. Poniżej podane są kody poszczególnych błędów zwracanych przez program obsługi.

0h – prawidłowe zakończenie funkcji.
80h – błąd programu obsługi pamięci EMS.
81h – błąd funkcjonowania karty EMS.
82h – system EMS jest aktualnie zajęty – trzeba odczekać pewien czas.
83h – niewłaściwy identyfikator.
84h – wywołanie nie istniejącej funkcji.
85h – limit identyfikatorów wyczerpał się i nie można utworzyć nowego.
86h – błąd w trakcie pobierania lub odtwarzania informacji o mapie ramki.
87h – zażądano przydziału większej ilości pamięci niż cała możliwa pamięć EMS.
88h – zażądano przydziału większej ilości pamięci niż jest to aktualnie możliwe.
89h – zażądano przydziału zero stron pamięci.
8ah – nastąpiło odwołanie do identyfikatora, a jako parametr podano większą ilość pamięci, niż jest mu przypisane.
8bh – w wywołaniu podano numer strony fizycznej spoza zakresu 0 – 3.
8ch – brak miejsca na zapamiętanie kolejnej mapy ramki.
8dh – nastąpiła próba dwukrotnego zapisu mapy ramki przez ten sam proces (czyli z tym samym numerem identyfikatora).
8eh – nastąpiła próba odtworzenia mapy ramki bez jej uprzedniego zapamiętania.
8fh – nastąpiło wywołanie niezidentyfikowanej podfunkcji.

Opisane urządzenie pracuje ok. dwóch lat na komputerze PC/XT z płytą główną produkcji firmy JUKO i oddaje nieocenione usługi przy współpracy z wieloma programami.

Na zakończenie kilka uwag przeznaczonych dla lubiących ulepszać.

Użyte w konstrukcji pamięci o organizacji 1 M × 1 bit można zastąpić innymi, np. 256 K × 1 bit, ale wiąże się to z koniecznością dokonania drobnych przeróbek. Dla wspomnianych pamięci 256 Kb przeróbki te są następujące:

- linię XA18 połączyć należy z wyprowadzeniem 3 układu U15, a linię XA19 – z wyprowadzeniem 5 (oczywiście po uprzednim odłączeniu ich od masy). Pamięci 256 KB nie mają wyprowadzenia A9, więc wyprowadzenie 4 układu U16 zostaje nie połączone;
- sygnały /CAS kolejnych banków pamięci pojawiają się na wyjściach układu U15; jak widać bez dokonywania poważniejszych zmian układowych można dołączyć jedynie 2 MB pamięci EMS;
- przy instalowaniu więcej niż czterech banków pamięci 256 KB trzeba dołożyć jeden układ 74LS08 do sterowania linii /RAS – niespełnienie tego warunku może być przyczyną przekłamań pamięci.

Opisany układ przeznaczony jest do współpracy z komputerem klasy PC/XT, ale może oczywiście współpracować z komputerami klasy AT.

Przypominamy o konieczności zachowania staranności przy montażu – zwarcie lub błędne połączenie może spowodować uszkodzenie komputera.

Dariusz Adam Przygoda